

世界科學技術史 (西洋篇)

〈그 리 스 科 學〉

宋 相 庸

〈成均館大 教授〉

2500년전쯤 그리스를 비롯한 여러 文明發祥地域에서 자연에 대한 본격적인 사색이 시작되었다. 「지식 자체를 위한 지식」으로서의 科學은 B.C. 7세기 탈레스(Thales)에서 싹트었다. 그러나 과학의 발생은 突發事가 아니라 점진적인 過程이었다. 탈레스 이전의 오랜 神話時代에도 神話(mythos)속에 미약하나마 論理(logos)의 싹이 있었다. 그것이 차츰 강해지면서 드디어 신화를 압도하게 된 것이 탈레스 때라고 보면 좋다. 따라서 과학이 나온 뒤에도 신화의 殘滓는 오래도록 남아 있게 된다.

神話에서 科學으로

그리스에서 과학이 발생한 배경은 세가지로 볼수 있다. 첫째, 신화시대에 축적된 자연에 관한 풍부한 情報이 있다. 이 정보는 해석이 달라지자 과학에게 더할수 없이 귀한 자료가 되었다. 둘째, 오랜 技術文明에서 축적된 지식이 있다. 이 지식은 實用이 떨어져 나가자 마자 과학의 내용을 이루게 되었다. 셋째, 富의 축적이다. 원시시대에는 分業이 있을 수 없었고 누구나 다 들판에 나가 사냥하고 농사를 지었다. 그러나 차츰 僱侶, 군인, 金屬匠人등 전문가계층이 생겨났다. 그들은 여느 사람들의 일에서 해방되어 剩餘食糧을 받아 생활하며 전문적인 일에만 몰두했다. 이들 上流層은 餘暇에 생활과 관계없는 깊은 사색에 빠질수 있었고 이것이 과학을 낳은 것이다.

신화시대와는 달리 이제 자연현상의 원인은 超自然의인 존재에 미투어지지 않고 어디까지나 자연안에서 찾아졌다. 과학은 태어나기까지 기술에 힘입은 바 컸지만 출발점에서는 哲學과 완전히 일치했다. 宇宙論時代라고 불리는 그리스 초기의 과학자(自然哲學者)들의

공통의 의문은 우주를 이루는 根本實在가 무엇인가라는 것이었다. 그리고 그들은 그들 나름의 해답을 제시했다.

먼저 밀레토스(miletos)學派로 묶어지는 세사람부터 보자. 탈레스는 우주의 原質(arche)을 물로 보았다. 이것은 만물이 물로 되어 있다는 것일 수도 있고 만물이 물로부터 생겼다는 뜻일 수도 있다. 그는 이집트를 여행했는데 그곳 사람들이 그렇게 믿었기 때문이라는 추측이 있다. 또한 물은 우리 주위에 가장 흔하면서도 서로 다른 상태(기체, 액체, 고체)로 존재할수 있는 물질이기 때문이라는 해석도 있다. 아낙시만드로스(Anaximandros, B.C. 6세기)는 無限者(to apeiron)가 자체분할을 일으켜 뜨거운 것과 찬 것이 되고 여기서 각각 불과 공기, 흙이 나온다고 했다. 무한자는 구체적인 물질이 아닌 抽象的 개념으로서, 이것은 고대 과학의 큰 진전이라 하지 않을 수 없다. 아낙시메네스(Anaximenes, B.C. 6세기)는 공기를 원질이라 보았다. 그리스말로 공기(pneuma)는 숨을 뜻하기도 하는데, 숨이 생명의 근본인 것처럼 공기도 우주의 근본이라는 생각에서 나온 것같다. 구체적인 공기는 무한자로부터의 후퇴로 보일지 모르나 공기의 稀薄化와 濃化에 의해 불이 되고 구름, 물, 흙, 돌로 차례로 변하는 機械的인 과정을 제시했다는 점에서 발전이 엿보인다.

宇宙의 原質을 찾아

헤라클레이토스(Herakleios, B.C. 6세기)는 자연에 영원한 것은 하나도 없고 만물은 끊임없이 변한다고 주장한 특이한 철학자이다. 그는 불을 원질로 보았는데, 그것은 만물을 꿰뚫고 있는 이유이며 변화속에서 질서를 가져오는 로고스(logos)이다. 헤라클레이토스

와 좋은 對照를 보이는 철학자가 엘레아(Elea) 학파의 파르메니데스(Parmenides, B.C. 6~5세기)이다. 그는 存在만 인정하고 非存在를 과격하게 부정했다. 존재는 하나밖에 없고 변하지 않고 움직이지 않는 것이었다. 다시 말하면 多와 변화와 운동을 인정하지 않는 입장이었다. 존재는 모든 방향으로 거리가 같은 것이라 했으니 공이라 할 수 있을 것이다. 뒷날 존재를 물질로 본 唯物論의 해석과 비물질로 본 觀念論의 해석이 갈렸지만 둘 다 과학에 지대한 영향을 주었다. 파르메니데스의 제자 제논(Zenon, B.C. 6세기)은 스승의 입장을 옹호하기 위해 힘센 아킬레스(Achilles)도 먼저 출발한 거북을 결코 앞지르지 못한다는 등 유명한 逆說들을 내놓았다.

피타고라스(Pythagoras, B.C. 6세기)는 數를 우주의 근본질체로 보았다. 우주가 數 자체로 되어 있다는 것인가 原質이 수와 대응한다는 것인가 분명하지 않지만 그의 수는 幾何學的 點이므로 전자일 가능성이 높다. 그 시대에 mathematike는 수학 이외에 천문학, 醫學, 음악도 포함했다. 피타고라스는 이 모두에 능했다. 의학에서는 인체안의 여러가지 대립된 성질들 사이의 비율 문제삼았으며 악기의 弦과 管의 길이의 비율 따졌다. 피타고라스 學派의 數 존중사상은 근대까지 連綿히 이어져 서양과학사에 깊은 자국을 남겼다.

후기자연철학 또는 多元論으로 알려진 과학은 또한 그리스 粒子說로 특징지어질 수도 있다. 여기서는 모두 원질이 粒子이기 때문이다. 엠페도클레스(Empedokles B.C. 5세기)는 의사로서 피타고라스학파의 영향을 많이 받았다. 그는 만물을 구성하는 입자로서 물, 불, 공기, 흙의 네 뿌리(rhizomata)를 내놓았다. 뿌리들은 서로 질적으로 다르며, 자체로는 생겨나지도 없어 지지도 않고 변하지 않는 것이다. 뿌리들의 결합과 분리에 의해 森羅萬象이 변화하는데, 이것은 사랑(philia)과 미움(neikos)이라는 作用因 때문이다. 사랑은 뿌리들을 결합시켜 巨視의 사물을 이루게 하고 미움은 물질을 분해해서 뿌리로 돌아가게 하는 것으로서 오늘날의 인력과 반발력 비슷한 것으로 생각된다. 엠페도클레스는 人體도 네 뿌리로 이루어져 있으며, 이들이 이상적인 比例를 이룰때 건강하고 균형이 깨지면 병이 나는 것이라고 했다.

아낙사고라스(Anaxagoras, B.C. 500~428)는 네개의 뿌리만으로는 충분치 않다고 해서 무수히 많은 질적으로 다른 존재 씨들(Spermata)을 말했다. 씨들도 不生, 不滅, 不愛의 존재이며 작용인 누스(nous)에 의해 결합 분리한다. 누스는 힘 같기도 하고 어떻게 보



아리스토텔레스와 플라톤

면 가장 희박하고 순수한 물질로 보이기도 한다.

包括的인 宇宙像

그 다음에 나온 것이 류키포스(Leukippos, B.C. 5세기)와 데모크리토스(Demokritos)에 의해 대표되는 原子論이다. 원자론은 입자설 가운데서도 파르메니데스의 直系라 할수 있다. 原子(atoma)란 그의 존재를 무수히 나눈 것이기 때문이다. 원자론은 우주가 더 이상 나누어지지 않는 입자들로 이루어져 있다고 한다. 그러나 초기의 입자설과는 중요한 차이점을 드러낸다. 뿌리들이나 씨들이 質적으로 다른 존재들인 데 비해 원자들은 질은 같고 量만 다르다. 원자론에서는 운동이 원자에 固有한 것이며 작용인은 필요하지 않다.

원자들은 크기, 모양, 위치, 配列, 운동상태가 모두 다르며, 물질의 질적 차이는 이 탓으로 돌려진다. 따라서 元素는 기본성질을 잃게 된다. 원자들은 비물질적인 공간 虛空(kenon) 안을 운동해 다닌다. 허공은

원자들의 운동을 위해 있어야 한다. 허공에는 원자가 없고 원자가 있는 곳은 허공이 아니다. 원자들의 운동에는 1차적인 것과 派生的인 것의 두가지가 있다. 그리고 이 운동은 마치 브라운運動을 하는 분자들처럼 제멋대로 하는 것이다. 그러므로 이렇게 원자들의 맹목적운동에 의해 진행되는 우주는 완전히 力學的이며 自己充足的이다. 원자론자들은 이 체계 창조되지 않은 영원한 것으로 본다. 여기서 우리는 철저한 機械論을 보게 된다. 이런 세계에는 神이 발붙일 곳이 없다.

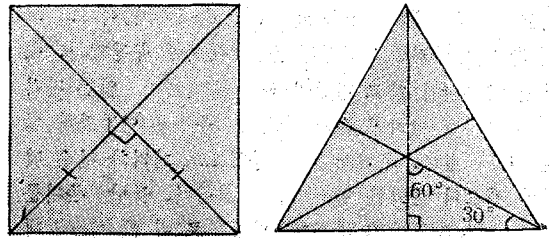
원자론은 물질세계의 변화를 원자들의 離合集散이라고 하는데 그치지 않고 感覺도 원자의 운동으로 설명한다. 비슷한 원자배열은 비슷한 감각을 만들며 배열이 달라지면 감각도 변한다. 음식물의 味覺原子가 혀의 원자와 접촉함으로써 맛이 생긴다. 자극성 있는 음식은 뾰족하고 울퉁불퉁한 원자들로 뭉쳐 있고 단 음식은 그 원자들이 부드럽고 매끈하다. 視覺도 눈에서 튀어나가는 원자와 물체의 원자가 충돌해서 변형된 원자가 망막을 자극해서 일어나는 것이다.

메모크리토스는 인간의 영혼이 가장 섬세하고 완전한 공모양의 원자로 되어 있다고 하며, 신 또는 악마들은 원자의 複合體라고 한다. 이렇듯 극단적인 유물론은 필연적으로 無神論의 세계관을 수반한다. 원자론의 反宗教의 성격 그 자체의 운명에 큰 영향을 주었다. 원자론은 얼마 안가 서구과학의 主流에서 밀려나 근대에 극적으로 부활할 때까지 거의 잊혀졌다.

創世의 幾何學

플라톤(Platon, B.C. 427~347)은 헤라클레이토스와 파르메니데스의 영향을 받았고 피타고라스의 종교적 요소와 수학존증, 소크라테스(Sokrates)의 윤리와 目的論을 이어받아 二元論의인 과학을 건설했다. 소크라테스는 과학에 무관심했지만 플라톤은 倫理 말고 과학에도 관심이 깊었다. 그러나 그의 과학에 대한 관심은 과학 자체를 위한 것은 아니었던 듯하다. 플라톤은 그의 윤리를 정당화하기 위해 과학을 했고, 따라서 그의 과학은 길은 윤리성을 띠고 있다. 플라톤의 「對話」들 가운데 만년에 나온 「티마이오스」(Timaios)는 자연철학에 관한 책이다. 그것은 우주가 道德的이라는 것을 보여 줌을 목적으로 하고 있다.

「티마이오스」는 창조신화를 다룬 본격적인 宇宙創生論이다. 만일 플라톤이 참으로 우주가 창조되었다고



플라톤의 4원소의 幾何學的 單位

믿었다면 그는 특이한 존재이다. 왜냐하면 대다수의 그리스 철학자들이 우주는 영원하다고 보았기 때문이다. 그리고 이 뚜렷한 創造說 덕분에 플라톤은 뒷날 그리스도교도들에게 비교적 인기가 있었다. 플라톤에 따르면 태초에 창조주 데미우르고스(demiurgos)가 있어 우주를 만들었다. 단, 그리스도교와는 달리 無에서 창조한 것은 아니고 재료가 있었다.

데미우르고스는 原質을 가지고 4원소를 만들었는데 그 구성방법이 기가 막히게 幾何學的이다. 직각 2등변 3각형 4개가 모이면 정 4각형이 된다. 정 4각형 6개로 둘러싸인 것이 정 6면체이다. 이 정 6면체로된 것이 흙이다. 따라서 흙은 직각 2등변 3각형 24개로 이루어지는 것이다. 두 각이 각각 60°, 30°인 직각 3각형 6개는 정 3각형을 만든다. 정 3각형 4개로 둘러싸인 정 4면체로된 것이 불이다. 공기는 정 8면체(정 3각형 8개), 물은 정 20면체(정 3각형 20개)로 되어 있다. 직각 3각형의 수로 따지면 불, 공기, 물은 각각 24, 48, 120개로 구성된 셈이다. 여기서 증대한 결과가 나온다. 흙은 유독 직각 2등변 3각형으로 되어 있어 어쩔 수 없으나 불, 공기, 물은 구성성분이 같은 직각 3각형이다. 더구나 그 수를 보면 서로 바뀔 수 있는 가능성이 있다. 즉 $24 \times 2 = 48$, $48 \times 2 + 24 = 120$, 공기는 불 2개, 물은 공기 2개와 불 1개로 되어 있는 것이다. 그러므로 흙 하나만은 고정불변이지만 나머지 세 원소는 相互可變인 것이 되었다.

플라톤의 기하학적 우주론은 완전히 思辯的인 것이다. 그러나 내용은 어쨌든, 중요한 것은 플라톤이 우주를 기하학적으로 생각했다는 사실 자체이다. 16세기에 시작된 天文學革命을 성공으로 이끈 원동력은 바로 이 사고방식이었다. 코페르니쿠스, 갈릴레오, 케플러는 플라톤의 확신을 나누어 가졌으며 이 믿음을 밑고 간 결과 마침내 우주를 수학적으로 간단히 표현하는데 성공했던 것이다.